: https://dx.doi.org/10.22067/jgrd.2022.72041.1063

مقالهٔ پژوهشی

مجلّهٔ جغرافیا و توسعهٔ ناحیه‌ای، سال بیستم، شمارهٔ ۱، بهار۱٤۰۱، شمارهٔ پیاپی ۳۸

بررسی نقش آب و هوا در تغییرات ایجادشده در اینسلبرگ‌های دشت صفی‌آباد در شمال شرق ایران

غلامرضا مقامی مقیم (دانشیار ژئومورفولوژی، دانشگاه دامغان، دامغان، ایران)

gh.maghami@du.ac.ir

صص ۲۱٤ ـ ۱۸۷

چکیده

اینسلبرگ‌ها، اشکال ژئومورفولوژیک مناطق خشک و نیمه‌خشک هستند. عوامل مختلفی در شکل‌گیری و تغییر شکل آن‌ها دخالت دارند که مطالعهٔ این عوامل برای استفادهٔ بهینه از آن‌ها ضروری است. این تحقیق با روش مطالعات میدانی و کتابخانه‌ای و با هدف بررسی نقش آب و هوا در تغییرات ایجادشده در اینسلبرگ-های دشت صفی‌آباد انجام شد. نتایج نشان داد، در اثر فعالیت‌های تکتونیکی در فاصلهٔ زمانی دونین تا میوسن ارتفاعات پشت بهرام در این دشت شکل گرفت. با شکل‌گیری این ارتفاعات، اسکلت اولیهٔ اینسلبرگ‌های آن پایه‌ریزی شد و با تغییرات ایجادشده توسط آب و هوا، اینسلبرگ‌های این دشت به شکل کنونی درآمد. این تغییرات با توجه به آب و هوا، سازندهای زمین‌شناسی و موقعیت اینسلبرگ‌ها متفاوت است. آب و هوای نیمه‌خشک منطقه با ایجاد تغییر در اسکلت اولیهٔ اینسلبرگ‌ها، نقش تعیین‌کننده‌ای در این زمینه داشته است. در بین عناصر آب و هوایی، بارش با ایجاد کارن‌های بارانی و سیلاب، دما از طریق هوازدگی و باد با ایجاد کارن‌های لانه‌زنبوری، تغییراتی را در اینسلبرگ‌ها به وجود آورده‌اند. سازند-

تاریخ دریافت: ۱٤۰۰/۱۱/۰٤ تاریخ تصویب: ۱٤۰۱/۰٤/۲۰

های زمین‌شناسی منطقه نیز چهره‌ای متفاوت از تغییرات به نمایش گذاشته‌اند. تیپیک‌ترین اینسلبرگ‌های این دشت در آهک‌های توده‌ای شمال آن مشاهده می‌شود؛ زیرا این سازند در مقابل تأثیرات آب و هوایی بیشترین مقاومت را دارد؛ درحالی‌که اینسلبرگ‌های شکل‌گرفته در کنگلومرای‌های جنوب به‌دلیل مقاومت کمتر، بیشتر درمعرض این تغییرات قرار گرفته و شکل ظاهری آن‌ها فاصلهٔ زیادی از اینسلبرگ‌های تیپیک گرفته‌اند. از نظر موقعیت نیز اینسلبرگ‌های دامنه‌های نسار (پشت به آفتاب)، تغییرات کمتری داشته‌اند و اینسلبرگ‌های جنوبی این ارتفاعات به‌دلیل واقع شدن در دامنه‌های بر آفتاب (آفتاب‌گیر) تغییرات بیشتری را متحمل شده‌اند.
کلیدواژه‌ها: اینسلبرگ، دشت صفی‌آباد، مورفولوژی، رودخانهٔ کال ولایت.

۱. مقدمه

«اینسلبرگ» واژه‌ای آلمانی و به معنی کوه جزیره است که اغلب در اثر فرایندهای مختلف ژئومورفولوژیک در نواحی هموار شکل می‌گیرند. به‌دلیل تنوع و منحصر به فرد بودن اینسلبرگ‌ها در نواحی بیابانی، این مناطق مدنظر محققان و جهانگردان قرار دارد و می‌توان با جذب جهانگرد به آبادانی این مناطق کمک کرد. همچنین می‌توان اطلاعات باارزشی را دربارهٔ شرایط اقلیمی از اینسلبرگ‌ها به دست آورد. از سوی دیگر، آب و هوا، توپوگرافی و جنس زمین از عوامل اصلی مؤثر در ژئومورفولوژی یک مکان محسوب می‌شوند و بسیاری از لندفرم‌ها تحت‌تأثیر آن‌ها شکل می‌گیرند (زارع، سلطانی گردفرامرزی و تازه، ۱۳۹۸).

اینسلبرگ‌ها اشکال مناطق آب و هوایی خشک هستند که در اثر تقابل عوامل مختلفی به وجود آمده‌اند. در نواحی شکل‌گیری اینسلبرگ‌ها با توجه به ویژگی‌های حاکم، شدت فرسایش بیش از سایر محدوده‌های جغرافیایی است (خطیبی، ۱۳۹٤، ص. ٥٤). به‌دلیل اهمیت اینسلبرگ‌ها در نواحی بیابانی و خشک، اطلاع از عوامل مؤثر در تغییر شکل آن‌ها برای حفاظت و استفادهٔ بهینه از آن‌ها در عمران و آبادانی این مناطق ضروری است. بررسی مطالعات دربارهٔ اینسلبرگ‌ها در جهان و ایران نشان داد، با وجود اینکه بخش درخور توجهی از ژئومورفولوژی جهان، ایران و منطقهٔ مطالعه‌شده با اینسلبرگ‌ها ارتباط دارد، مطالعهٔ مستقل و چشمگیری دربارهٔ اینسلبرگ‌ها و عوامل مؤثر در تغییرات سطح آن‌ها انجام نشده است.

همچنین در اغلب این مطالعات، اینسلبرگ‌ها به‌صورت گذرا مدنظر محققان قرار گرفته‌اند؛ به همین دلیل، به‌رغم اهمیت آن‌ها در مورفولوژی مناطق خشک و نیمه‌خشک، در کتاب‌ها و سایر منابع علمی، اطلاعات درخور توجهی دربارهٔ آن‌ها موجود نیست و اغلب زوایای وجودی و دلایل شکل‌گیری و تغییر و تحول آن‌ها ناشناخته مانده است. بزرگ‌ترین خلأ مطالعات این است که این اشکال به‌صورت مستقل مطالعه نشده‌اند و عوامل و فرایندهای مؤثر در مورفولوژی آن‌ها به‌درستی تجزیه و تحلیل نشده است. همچنین در اغلب مطالعات، از اینسلبرگ‌ها به‌عنوان اشکال فرسایشی یاد می‌شود؛ حال آنکه عوامل آب و هوایی می‌توانند علاوه‌بر ایجاد تغییراتی در شکل آن‌ها، شرایط شکل–گیری اینسلبرگ‌های تراکمی را نیز فراهم کنند. در این تحقیق سعی شده است تا با روش مطالعات کتابخانه‌ای و میدانی، اینسلبرگ‌های منطقه مطالعه‌شدهٔ واقع در شمال شرقی ایران شناسایی شده و نقش آب و هوا در تغییرات ایجاد شده در آن‌ها بررسی شود تا اندکی از خلأ موجود در مطالعات ژئومورفولوژی در این زمینه پر شده و از نتایج آن برای استفادهٔ بهینه از اینسلبرگ‌ها فراهم شود. همچنین در راستای عمران و آبادانی و درنتیجه توسعهٔ پایدار شهرها، روستاها و مناطق مسکونی مجاور آن‌ها از این مطالعات استفاده شود.

۲. پیشینهٔ تحقیق

برخلاف اشکال دیگر ژئومورفولوژی، اینسلبرگ‌ها کمتر مدنظر محققان و پژوهشگران علوم زمین واقع شده‌اند. نخستین بار در سال ۱۹۰، بورن هاردت[1] واژه «اینسلبرگ» را برای توضیح تپه‌های سنگی دشت تروپیکال پلین[2] کشور تانزانیا به کار برد (گوتیرز[3]، ۲۰۰۵، ص. ٥٦٥). به‌دلیل اهمیت اینسلبرگ‌ها در نواحی بیابانی و خشک، برخی محققان علوم مختلف این اشکال را مطالعه کرده‌اند. کسل[4] (۱۹۷۷) اینسلبرگ‌های مرکز آریزونا در آمریکا را مطالعه کرد و آن‌ها را به‌عنوان نقش‌آفرینان اصلی مورفولوژی این منطقه معرفی کرد. میلر[5] (۱۹۸٤)

---

1. Bornhardt
2. Tropical plain
3. Gutiérrez
4. Kesel
5. Miller

ارتفاعات برندبرگ[1]، دره فیش ریور[2]، مناطق جنوبی و دشت ول ویستشیا[3] کشور نامیبا را مهم‌ترین مناطقی معرفی کرد که اینسلبرگ‌ها در مورفولوژی آن نقش تعیین‌کننده‌ای دارند. سامر فیلد[4] اینسلبرگ‌ها را اشکال باقی‌ماندهٔ رشته‌کوه‌هایی می‌داند که در اثر فرسایش شکل گرفته‌اند (سامر فیلد، ۱۹۹۱، صص. ۳٤٦–۳٤۷). ریتر، کوچل و میلر[5] اینسلبرگ‌های کشور نامیبیا در قارهٔ افریقا را مطالعه کردند و از آن‌ها با عنوان اشکال سطح پدیمنت‌ها یاد کردند که در مقابل عوامل فرسایش مقاوم بوده‌اند (ریتر و همکاران، ۱۹۹۵، ص. ۲٦۲). کانرادای[6] و همکاران (۲۰۱۸) اینسلبرگ‌ها را از دیدگاه زیست‌شناسی مطالعه کردند و در مطالعهٔ زندگی جانوری اینسلبرگ‌های سواحل شمالی موزامبیک، چهارگونهٔ جدید از جانوران دوزیست را شناسایی کردند.

در ایران نیز مطالعاتی دربارهٔ اینسلبرگ‌ها انجام شده است؛ ازجملهٔ این مطالعات پژوهشی بود که کرم، رعیتی شوازی، غفاریان مالمیری و سپهر (۱۳۹۷) درمورد لندفرم های دشت اردکان یزد انجام دادند و سهم اینسلبرگ‌ها را در مورفولوژی این دشت کمتر از نیم درصد دانستند. حبیبی (۱۳۹٦) در مقایسهٔ میزان فرسایش آبی و بادی حوضهٔ آبریز رودخانهٔ کارون به این نتیجه رسید که فرسایش آبی در اینسلبرگ‌های این حوضه بیشتر از فرسایش بادی است. هاشمی و رامشت (۱۳۹۳) با مطالعهٔ پتانسیل‌های گردشگری استان یزد از اینسلبرگ‌ها به‌عنوان یکی از جاذبه‌های طبیعی گردشگری این استان یاد کردند. نظری سامانی، راهداری و راهی (۱۳۹۸) در مطالعهٔ میزان فرسایش‌پذیری لندفرم‌های اطراف دریاچهٔ ارومیه به این نتیجه رسیدند که اینسلبرگ‌ها مقاوم‌ترین اشکال این منطقه در مقابل فرسایش بادی به حساب می‌آیند. نگارش (۱۳۸۳) در مطالعهٔ اشکال ژئومورفولوژیک جنوب شرقی ایران، اینسلبرگ‌های دریایی را به‌عنوان یکی از پدیده‌های ژئومورفولوژیکی این سواحل معرفی کرد. نگارش، فتوحی و خمر (۱۳۹۷) با مطالعهٔ منشأ رسوبات کلوتک‌های دلتای رودخانه هیرمند، کوه خواجه در

1. Brand Berg
2. fish riyou
3. vel vistshiya
4. Summer Field
5. Ritter. Kochel & Miller
6. Conradie

محدودهٔ حوضهٔ این رودخانه را به‌عنوان یکی از اینسلبرگ‌های این منطقه معرفی کردند. بررسی مطالعات دربارهٔ اینسلبرگ‌ها در جهان و ایران نشان داد، با وجود اینکه بخش درخور توجهی از ژئومورفولوژی جهان، ایران و منطقه مورد مطالعه با اینسلبرگ‌ها ارتباط دارد، مطالعهٔ مستقل و قابل‌توجهی دربارهٔ آن‌ها انجام نشده است. درمورد اینسلبرگ‌های منطقهٔ مطالعه‌شده نیز تاکنون مطالعه‌ای انجام نشده است. کل مطالعات علمی انجام‌شده در منطقه، به مطالعات آب‌های زیرزمینی این دشت (مقامی مقیم، ۱۳۹۸) و تزریق آب سیلاب‌ها به منابع آب‌های زیر زمینی آن (ابراهیمی مقدم، ۱۳۸۲) محدود است. درمجموع، در اغلب مطالعات ژئومورفولوژیک انجام‌شده در ایران، اینسلبرگ‌ها به‌صورتی کلی و گذرا مدنظر قرار گرفته‌اند؛ به همین دلیل، به‌رغم اهمیت آن‌ها در مورفولوژی مناطق مختلف، در کتاب ها و سایر منابع علمی اطلاعات درخور توجهی درمورد آن‌ها موجود نیست و اغلب زوایای وجودی و عوامل مؤثر در شکل‌گیری و تغییر آن‌ها ناشناخته مانده است.

۳. روش‌شناسی تحقیق

۳. ۱. روش تحقیق

این تحقیق با استفاده از مطالعات کتابخانه ای و میدانی انجام شد. مطالعات مربوط به مفاهیم، تعاریف و مکانیزم‌های شکل‌گیری اینسلبرگ‌ها با استفاده از مطالعات کتابخانه ی انجام شد. برای انجام مطالعات کتابخانه‌ای، منابع نوشتاری موجود درمورد اینسلبرگ‌ها در کتابخانه-های ایران مطالعه و مطالب موردنیاز فیش‌برداری شد. مطالعات میدانی با مشخص کردن منطقهٔ مطالعه‌شده روی نقشه و علامت‌گذاری مسیرهای مطالعه آغاز شد و سپس به‌مدت بیست ماه، کل منطقه به‌صورت پیمایشی مطالعه شد و تمامی اینسلبرگ‌های آن شناسایی، نقشه‌برداری و عکس‌برداری شد و موقعیت مکانی آن‌ها با استفاده از GPS مشخص و در جدول ۲ درج شد.

شناسایی موقعیت جغرافیایی اینسلبرگ‌ها با استفاده از GPS و تصاویر گوگل ارث انجام شد. در مطالعات ژئومورفولوژیک، پس از مطالعات میدانی نقشه‌ها مهم‌ترین ابزار جمع‌آوری اطلاعات هستند. در این تحقیق، نقشهٔ زمین‌شناسی ۱:۱۰۰۰۰۰ سازمان زمین‌شناسی ایران ورقه صفی‌آباد، در زمینهٔ جمع‌آوری داده‌های مربوط به سازندهای زمین‌شناسی و نقشه‌های

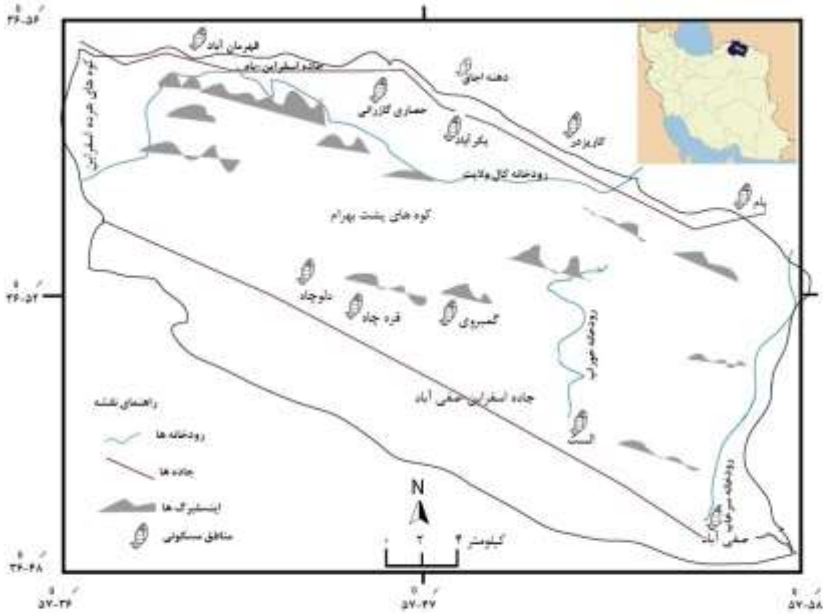
توپوگرافی ۱:۵۰۰۰۰ سازمان جغرافیایی نیروهای مسلح ورقه صفی‌آباد و گراتی در زمینه جمع‌آوری داده‌های توپوگرافی به کار رفت. بخشی از اطلاعات استفاده‌شده دراین پژوهش، به مطالعات آب و هوایی مربوط بود. برای تعیین نوع آب و هوای منطقه و اندازه‌گیری عناصر آب و هوایی مؤثر در تغییرات ایجادشده در اینسلبرگ‌ها، از آمار ایستگاه‌های هواشناسی سینوپتیک صفی‌آباد، سینوپتیک اسفراین و باران‌سنج‌های منگلی، کلاته الو و کلاته آغازاده استفاده شد. به‌دلیل وجود چندین ایستگاه هواشناسی داده‌های موردنیاز با اطمینان بسیار استفاده شد. با توجه به اینکه استاندارد بارانسنج‌ها در ایران برای نواحی کوهستانی به شعاع هر ۲۵۰ کیلومتر مربع یک باران‌سنج است (محمودی، ۱۳۸۳، ص. ۵۰)، این رقم برای منطقهٔ مطالعه‌شده، ۱۵۰ کیلومترمربع است؛ بنابراین می‌توان داده‌های هواشناسی منطقه را برای انجام این مطالعه کافی دانست. طبقه‌بندی آب و هوایی منطقه براساس روش دمارتن انجام شد. برای مشخص شدن تأثیر بادهای منطقه در اینسلبرگ‌های منطقه و نقش آن‌ها در تغییرات ایجادشده در اینسلبرگ‌ها، گلباد منطقه با استفاده از داده‌های ایستگاه سینوپتیک اسفراین و صفی‌آباد و با استفاده از نرم‌افزار ویندرز[1] ترسیم شد. نقشه‌های موردنیاز این پژوهش با نرم‌افزار آدوبی ایلستراتر[2] ترسیم شد.

۳. ۲. منطقهٔ موردمطالعه

منطقهٔ مورد مطالعه در شمال شرقی ایران، استان خراسان شمالی و شرق شهرستان اسفراین قرار گرفته است. این منطقه از شمال به دشت شمالی صفی‌آباد و رودخانهٔ کال ولایت از جنوب به دشت جنوبی صفی‌آباد، از شرق به رودخانهٔ سرخ آب و از غرب به رودخانهٔ گراتی محدود می‌شود و از نظر مختصات جغرافیایی بین ٣٦° -۴۸´-۰۵´´ شمالی تا ٣٦°-۵۵´-۲۲´´ شمالی و ۵۷ °-۳۷´۰۸´´ شرقی تا ۵۷°-۵۸´ -۱۱´´ طول شرقی واقع شده است (شکل ۱). فاصلهٔ منطقهٔ مطالعه‌شده از شهر اسفراین در استان خراسان شمالی ۲۵ کیلومتر است. این منطقه حدود ۳۷۴/۲۵ کیلومتر مربع وسعت دارد و راه دسترسی به آن جاده‌های آسفالتهٔ

1. wind rose
2. Adobe Illustrator

اسفراین به بام و اسفراین به صفی‌آباد است. از نظر تقسیمات زمین‌شناسی و ژئومورفولوژیک، جزء ایران مرکزی محسوب می‌شود (خسروتهرانی، ۱۳۷٦، ص. ۵۵) .



شکل ۱. موقعیت منطقهٔ موردمطالعه در ایران و استان خراسان شمالی

مأخذ: یافته‌های پژوهش، ۱۳۹۹

۳. ۳. آب و هوای منطقهٔ موردمطالعه

براساس طبقه‌بندی دمارتن و داده‌های موجود در ایستگاه‌های هواشناسی (جدول ۱)، آب و هوای منطقه از نوع نیمه‌خشک است. به‌دلیل موقعیت جغرافیـایی منطقـه و واقـع شـدن آن در مسیر عبور پرفشار سیبری، آب و هوای آن در فصل سرد سال تأثیرات زیادی از ایـن پرفشـار می‌گیرد (علیجانی، ۱۳۹۲، ص. ٤۲). با ورود این سیستم به منطقه، دمای آن کـاهش می‌یابـد و یخبندان و بارش برف بر آن حاکم می‌شود. بادهای غربی به‌عنوان دومین عامل، تأثیرات زیادی بر آب و هوای منطقه دارند. تأثیر این بادها در اقلیم منطقه به‌واسطهٔ رطوبتی است کـه توسـط آن‌ها به منطقه وارد می‌شود. از نظر عناصر آب و هوایی، متوسط درجهٔ حرارت منطقه در یـک

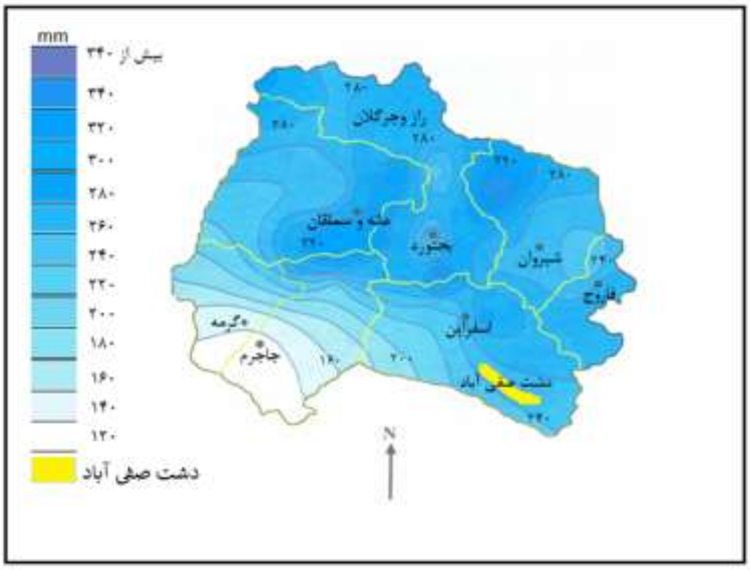
دورهٔ آماری چهل و هفت‌ساله (۱۳۵۲ تا ۱۳۹۹)، ۱۵ درجهٔ سانتی‌گراد است. تیرماه با متوسط ۲۷/۷ درجهٔ سانتی‌گراد، گرم‌ترین و دی‌ماه با متوسط دمای ۲/۳ درجهٔ سانتی‌گراد، سردترین ماه سال در منطقهٔ مطالعه‌شده است.

جدول ۱. متوسط ماهانهٔ دما، بارش و روزهای یخبندان منطقهٔ موردمطالعه (۱۳۵۲–۱۳۹۹)

مأخذ: ادارهٔ کل هواشناسی خراسان شمالی (۱۳۵۲–۱۳۹۹)

ماه	مهر	آبان	آذر	دی	بهمن	اسفند	فروردین	اردیبهشت	خرداد	تیر	مرداد	شهریور	میانگین سالانه
دما	۱۸	۱۱/۷	٥/٥	۲/۳	۲/۷	٦/۱	۱۲/۲	۱۷/٦	۲٤/۲	۲۷/۷	۲۷/٤	۲٤/٤	۱٥
بارش	۱۲/٤	۲۰/۳	۲۸	۲۹/۳	۳٥/٥	٤۳/۸	٤٤/۹	۲۷/٦	۸/٤	٥/٦	۳/۸	٦/۰٥	۲٦٥/۹
روزهای یخبندان	۱	۱۲	۲٤	۲۷	۲٦	۱٦	٥	۰	۰	۰	۰	۰	۱۱۱

حداقل مطلق دمای ثبت‌شدهٔ منطقه، تاکنون ۳۲- درجهٔ سانتی‌گراد در بهمن سال ۱۳٦۹ و حداکثر دمای ثبت‌شده، ٤٦ درجه در تیرماه ۱۳٦۲ است (سازمان آب منطقه ای خراسان، ۱۳۵۲–۱۳۹۹). از نظر بارش، منطقه به سیستم‌های مدیترانه‌ای وابسته است؛ به همین دلیل، بیشتر بارندگی آن در فصل سرد سال روی می‌دهد. متوسط بارندگی آن براساس دورهٔ آماری چهل و هفت‌ساله، ۲٦٥/۹ میلی‌متر است. همچنین روی نقشهٔ بارش استان خراسان شمالی، منطقهٔ موردمطالعه در بین خط همبارش ۲٤۰ تا ۲٦۰ میلی‌متر قرار می‌گیرد (شکل ۲). فروردین با ٤٤/۹ میلی‌متر پرباران‌ترین و مرداد با ٤/۲۷ میلی‌متر خشک‌ترین ماه سال است. از نظر روزهای یخبندان، دی‌ماه با ۲۷ روز بیشترین و مهرماه با متوسط یک روز کمترین روزهای یخبندان را دارد. در ماه‌های اردیبهشت، خرداد، تیر، مرداد و شهریور منطقه فاقد یخبندان است (مقامی مقیم، ۱۳۹۳).



شکل ۲. نقشهٔ بارندگی استان خراسان شمالی

مأخذ: یافته‌های پژوهش، ۱۳۹۹

٤. مبانی نظری تحقیق

امروزه شناسایی اشکال ژئومورفولوژیک و فرایندهای مؤثر در شکل‌گیری و تغییرات ایجادشده در آن‌ها، برای استفادهٔ بهینه از پتانسیل‌های و حفاظت آن‌ها در مقابل عوامل فرسایشی، ضرورت محسوب می‌شود. اینسلبرگ‌ها تپه‌های سنگی و مقاومی هستند که در نواحی دشتی و هموار شکل می‌گیرند و ازجمله اشکال ژئومورفولوژیک هستند که بخش وسیعی از جهان به‌خصوص نواحی بیابانی و خشک ایران را پوشانده‌اند و اهمیت زیادی در مورفولوژی این مناطق دارند. شناسایی و مطالعهٔ این اشکال و عوامل مؤثر در آن‌ها می‌تواند تأثیر درخور توجهی بر توسعهٔ پایدار در نواحی مختلف جغرافیایی ایران ازجمله نواحی بیابانی و خشک داشته باشد. دربارهٔ عوامل مؤثر بر اینسلبرگ‌ها نظریه‌های مختلف وجود دارد. برخی این عوامل را ناشی از فعالیت‌های تکتونیکی و برخی ناشی از فرایندهای فرسایشی می‌دانند. اگر این دو عامل را مهم‌ترین عوامل مؤثر در شکل‌گیری و تغییرات ایجادشده در اینسلبرگ‌ها در نظر بگیریم، می‌توانیم تأثیر آب و هوا بر شکل‌گیری اینسلبرگ‌ها را از طریق تأثیرگذاری

این عامل در فرایندهای مختلف فرسایشی و درنتیجه تغییرات ایجادشـده در آن‌هـا را بررسـی کنیم و با کنترل این تغییرات تاحدودی فرایندهای فرسایشی را به کنترل خود درآوریم. بخـش وسیعی از ژئومورفولوژی جهان و کشور ایران توسط اینسلبرگ‌ها پوشـانده شـده، امـا مطالعـهٔ درخور توجهی در این زمینه انجام نشده است و جایگاه این اشکال در مفاهیم ژئومورفولـوژی جهان به‌درستی مشخص نیست. این تحقیق که با استفاده از مطالعات میدانی و کتابخانه‌ای و با هـدف مشـخص شـدن تـأثیر و نقـش آب و هـوا در مورفولـوژی و تغییـرات ایجادشـده در اینسلبرگ‌ها انجام شده است، از نتایج آن، برنامه‌ریزان و پژوهشگران می‌تواننـد بـرای توسـعهٔ پایدار مناطق جغرافیایی به‌خصوص مناطق فقیرنشین خشک ایران استفاده کنند. علاوه بر ایـن، نتایج این تحقیق می‌تواند سبب توسعهٔ بیشتر و کاربردی‌تـر دانـش ژئومورفولـوژی در جامعـه علمی کشور شود.

۵. یافته‌های تحقیق

۵. ۱. مورفولوژی اینسلبرگ‌های دشت صفی‌آباد

از نظر ریخت‌شناسی، اینسلبرگ‌ها متنوع هستند و به صورت‌های منفرد، گروهی، توده‌ای و متـراکم در سـطح زمـین مشـاهده مـی‌شـوند (مـاکس دریـو، ۱۳۷۰، ص. ۳۸۲). در منطقـهٔ موردمطالعه، تعداد ۲۰ اینسلبرگ شناسایی شد (جدول ۲) کـه بیشـتر آن‌هـا در شـمال، شـمال غربی و غرب دشت صفی‌آباد شکل گرفته‌اند. از نظر ساختاری نیز تیپیک‌ترین اینسلبرگ‌هـا در شمال غربی این دشت در آهک‌های توده‌ای کرتاسه مشاهده می‌شوند.

جدول ۲. مشخصات اینسلبرگ‌های منطقهٔ موردمطالعه

مآخذ: یافته‌های پژوهش، ۱۳۹۹؛ تصاویر گوگل ارث (۲۰۲۰)

ردیف	موقعیت نسبی اینسلبرگ	مختصات جغرافیایی	ارتفاع از سطح دریا (متر)	ارتفاع محلی(متر)	ارتفاع مطلق
۱	آنتن شمالی	۳۲-۰۱-۳۶/۵۶ ۱۸-۴۸-۵۷/۱۴	۱۵۹۶	۱۴۱۸	۱۷۸
۲	جنوب روستای اردین	۰۵-۰۱-۳۶/۰۹ ۵۶-۴۹-۵۷/۶۶	۱۶۹۲	۱۴۶۵	۲۲۶

ردیف	موقعیت نسبی اینسلبرگ	مختصات جغرافیایی	ارتفاع از سطح دریا (متر)	ارتفاع محلی(متر)	ارتفاع مطلق
۳	جنوب روستای اردین	۳٦ -٥١ -۰۰/٥٥	١٦٦٨	١٤٦٥	۲۰۳
٤	جنوب روستای اردین	۳٦- ٥١- ۳۰/٦٤ ٥٧ -٥١- ۳۰/٦۹	١٥۹٧	١٤٨٨	١۰۹
٦	جنوب شرق روستای اردین	۳٦ -٥۰- ٤٥/٥۲ ٥٧ -٥۲- ۳٥/۰۹	١٦٦۳	١٤۹۲	١٧١
٧	شمال غربی الست	۳٦- ٤٤- ١٨/۹٥ ٥٧ -٥۲- ٥۳/۲۲	١۲٨٤	١۲٤۰	٤٤
٨	جنوب حصاری گازرانی	۳٦- ٥٤- ۳٥/٧١ ٥٧- ٤١- ۰٦/۰۲	١۳٧٦	١۳٥۰	۲٦
۹	جنوب حصاری گازرانی	۳٦ -٥٤- ۲۹/٤٤ ٥٧- ٤١- ۰۲/۲٨	١۳٧۰	١۳٥۰	۲۰
١۰	جنوب شرقی حصاری گازرانی	۳٦- ٥۳- ١۹/٥۰ ٥٧- ٤١- ٤٨/۰۳	١٤٥۳	١۳٤۳	١١۰
١١	جنوب غربی حصاری گازرانی	۳٦- ٥٤- ٤٧ ٥٧- ۳۹- ٤٦/۲٤	١٥۳۲	١۲۹۰	۲٤۲
١۲	جنوب حصاری گازرانی	۳٦- ٥٤- ۲۳/٧۹ ٥٧- ٤۰- ٤۹/۰٤	١۳٧٨	١۳٥١	۲٧
١۳	جنوب شرقی حصاری گازرانی	۳٦- ٥۲- ۲٥/٨۰ ٥٧- ٤۳- ١٨/١٨	١٤٨٤	١۳٧۰	١٧٧
١٤	خوراب	۳٦- ٤٤- ۳٦/١٨ ٥٧- ٥۳- ١١/۳۹	١۳۳۳	١۲٥۰	٨۳
١٥	جنوب شرقی روستای دستجرد	۳٦- ٥۰- ۲٧/۰٦ ٥٧- ٤٦- ۳۲/۰۳	١٥٧۹	١٤٧۲	١۰٧
١٦	جنوب روستای دستجرد	۳٦- ٥١- ۳٤/۲٤ ٥٧- ٤۹- ۳۳/۰٤	١٥۹٧	١٤٧۲	١۲٥
١٧	جنوب شرقی قهرمان آباد	۳٦- ٥٥- ٤٥/۳٦ ٥٧- ۳٧- ١۳/٦١	١۳٤۹	١۲٨۰	٦۹
١٨	جنوب شرقی قهرمان آباد	۳٦- ٥٥- ٥۰/٧۰ ٥٧- ۳٨- ١۲/٥١	١۳١٧	١۲٧٨	۳۹
١۹	جنوب شرقی قهرمان آباد	۳٦- ٥٥- ۳٤/۰٨	١۲۹٨	١۲٥۹	۳۹

ردیف	موقعیت نسبی اینسلبرگ	مختصات جغرافیایی	ارتفاع از سطح دریا (متر)	ارتفاع محلی(متر)	ارتفاع مطلق
		٥٧– ٣٧– ١٤/٦٤			
۲۰	قسمت میانی منطقه	٣٦– ٥١– ٠٠/٧٩ ٥٧– ٤٩– ٥٦/٨٩	١٦٧٧	۱۰۵۹	٦١٨

۵. ۲. تأثیر آب و هوا بر تغییرات ایجادشده در اینسلبرگ‌های منطقه

منشأ اغلب عارضه‌ها و لندفرم‌های سطح زمین، فعالیت‌های ساختمانی و فرایندهای اقلیمی است. اسکلت اغلب لندفرم‌ها توسط فعالیت‌های تکتونیکی شکل می‌گیرد و توسط فرایندهای اقلیمی شکل ظاهری‌اش تغییر می‌یابد. در شکل‌گیری اینسلبرگ‌ها فعالیت‌های تکتونیکی و فرایندهای فرسایشی نقش تعیین‌کننده‌ای دارند (زمردیان، ١٣٩٤، ص. ٢٠٣). سامر فیلد[1] اینسلبرگ‌ها را ناشی از فرسایش رشته‌کوه‌ها در اثر فاینـدهای اقلیمی می‌داند (سامر فیلد، ١٩٩١، ص. ٣٤٦). فرسایش سبب پیشروی دشت به‌سمت کوهستان می‌شود و شرایط را برای شکل‌گیری اینسلبرگ‌ها فراهم می‌کند (حریریان، ١٣٧٠، ص. ١٣٦). اگر اینسلبرگ‌ها را نتیجهٔ فرسایش اشکال ساختمانی سطح زمین در نظر بگیریم، می‌توانیم نقش آب و هوا در تغییر و تحول آن‌ها را از زاویهٔ هوازدگی و فرسایش بررسی کنیم. دربارهٔ مکانیزم شکل‌گیری و عوامل مؤثر بر تغییرات ایجادشده در اینسلبرگ‌های دشت صفی‌آباد، با توجه به اطلاعات موجود در نقشهٔ زمین‌شناسی این دشت و مطالعات میدانی می‌توان گفت، فعالیت‌های تکتونیکی این منطقه در فاصلهٔ زمانی دونین تا میوسن سبب شکل‌گیری ارتفاعات پشت بهرام در قسمت میانی این دشت شده است (رادفر، ١٣٧٨، ص. ١). با تشکیل این کوه‌ها، اسکلت اولیهٔ اینسلبرگ‌های این دشت نیز شکل گرفته و با گذشت زمان و آرام شدن فعالیت‌های تکتونیکی منطقه، نقش فعالیت‌های آب و هوایی و هیدرولوژیک در این منطقه پررنگ‌تر شده و به‌دنبال آن، فرایندهای فرسایشی شدت یافته است. فرایندهای اقلیمی با فرسایش سازندهای نرم ارتفاعات پشت بهرام و باقی‌گذاشتن سازندهای سخت آن‌ها، در ابتدا به‌همراه سایر عوامل در

1. Summer Field

شکل‌گیری اینسلبرگ‌های این دشت مشارکت داشته و در ادامهٔ فعالیت‌های خود، سبب تغییرات عمده در سطح آن‌ها شده‌اند. در بین عوامل مؤثر در فرایندهای فرسایشی، نوع آب و هوا و در بین عناصر آب و هوایی دما، بارش و باد بیشترین تأثیرات را بر تغییر شکل اینسلبرگ‌های دشت صفی‌آباد داشته‌اند. پس از شکل‌گیری اشکال ژئومورفولوژیک در اثر فعالیت‌های تکتونیکی، آب و هوای غالب منطقه بیشترین تأثیرات را روی این اشکال داشته‌اند. براساس مطالعات، اینسلبرگ‌ها در آب و هوای خشک و نیمه‌خشک شرایط بهتری برای شکل‌گیری دارند (معتمد، ۱۳۷۵، صص. ۷۱–۷۳)؛ به همین دلیل، آن‌ها را اشکال ویژهٔ مناطق خشک و نیمه‌خشک معرفی کرده‌اند (جودی[1]، ۲۰۱۳، ص. ۵). براساس طبقه‌بندی دمارتن، آب و هوای منطقه نیمه‌خشک است؛ به همین دلیل می‌توان گفت نوع آب و هوای منطقه با تأثیر بر اینسلبرگ‌های آن سبب تغییرات اساسی در شکل اولیهٔ آن‌ها شده و اینسلبرگ‌های امروزی را به وجود آورده است.

عناصر آب و هوایی، هریک تأثیرات متفاوتی بر اینسلبرگ‌های منطقه داشته که این تأثیرات تغییرات متفاوتی در آن‌ها به وجود آورده است. دما مهم‌ترین عنصر آب و هوایی است که نقش آن در تغییرات اشکال ژئومورفولوژیک کاملاً مشهود و انکارناپذیر است. نقش این عنصر در این زمینه از طریق برخی فرایندها بررسی‌شدنی است. یکی از این فرایندها، ترموکلاستیس[2] یا متلاشی شدن سنگ در اثر نوسان دماست. در بسیاری از منابع از این فرایند به‌عنوان مهم‌ترین عامل مؤثر در هوازدگی سنگ‌ها و ایجاد تغییر در اشکال ژئومورفولوژیک یاد می‌شود، اما در منطقهٔ مطالعه‌شده این‌گونه نیست. براساس آمار موجود در ایستگاه‌های هواشناسی منطقه، متوسط نوسانات دمایی سالانه در دورهٔ آماری سی‌ساله ۲٤/۵۸ درجهٔ سانتی‌گراد، متوسط نوسانات ماهانه آن ۲۵/٤ درجه و میزان نوسانات حداقل و حداکثر دمای ثبت‌شده در آن ۷۸ درجه است (مقامی مقیم، ۱۳۹٦، ص. ۲۸). این مقدار نوسان در کوتاه‌مدت نمی‌تواند سنگ‌های منطقه را متلاشی کند و تغییر درخور توجهی را در اینسلبرگ‌های آن به وجود آورد، اما در درازمدت می‌تواند آن را به‌عنوان یکی از مهم‌ترین عوامل مؤثر در هوازدگی و تغییرات

1. Goudie
2. Termoclastisme

ایجادشده در اشکال ژئومورفولوژیک دشت صفی‌آباد و به‌خصوص اینسلبرگ‌های آن معرفی کند. علاوه بر این، تکرار این فرایند در منطقه سبب تسهیل فرایندهای دیگر هوازدگی همچون کریوکلاستیسم[1] و بیوکلاستیسم[2] در اینسلبرگ‌های منطقه شده است. پدیدهٔ درخور توجه در ارتباط با هوازدگی و دما، پدیدهٔ کریوکلاستیسم یا متلاشی شدن سنگ در اثر انجماد و ذوب آب است (رجایی، ۱۳۷۳، ص. ۹۹). این فرایند یکی از عوامل اصلی مؤثر در تغییرات ایجادشده در سطح اینسلبرگ‌ها محسوب می‌شود (شکل ۳).



شکل ۳. فعالیت پدیدهٔ کریوکلاستیسم در منطقهٔ موردمطالعه

مأخذ: یافته‌های پژوهش، ۱۳۹۹

فعالیت این پدیده در منطقه از آبان‌ماه شروع می‌شود و در دی‌ماه به حداکثر می‌رسد. متوسط سالانهٔ فعالیت آن در منطقه، ۱۱۱ روز است (جدول ۱). آثار تغییرات ناشی این نوع هوازدگی در اوایل بهار و در اثر ذوب یخ‌های زمستانی در سطح اینسلبرگ‌ها قابل‌مشاهده است. فرایندهای نام‌برده به صورت مستقیم با فرسایش سازندهای نرم و باقی گذاشتن سازندهای سخت، سبب تغییرات اساسی در اینسلبرگ‌ها شده و با فرسایش آن‌ها، اینسلبرگ-

1. Cryoclastisme
2. Bioclastisme

های فرسایشی را در کل منطقه به وجود آورده و ظاهری صاف و صیقل‌یافته بـه سـطح آن‌هـا داده است؛ البته این فرایند به‌صورت غیرمستقیم نیز از طریق هوازدگی و ایجـاد آبرفـت بـرای رودخانهٔ کال گراتی و انباشت این آبرفت‌ها در پای اینسلبرگ‌های منطقه، توسط این رودخانـه از پهنای آن‌ها می‌کاهد و شکل تیپیک‌تری را برای آن‌ها فراهم می‌کند. این‌گونـه تغییـرات کـه به‌کندی و در سطح اینسلبرگ‌های شمال منطقه به وقوع می‌پیوندد، سبب شـکل‌گیـری تیپـک‌-ترین اینسلبرگ‌های منطقه در این قسمت دشت صفی‌آباد می‌شود. همچنین در اثر این فراینـد، جریانات واریزه‌ای در ارتفاعات این منطقه شکل می‌گیرد که در اثـر ایـن جریانـات نیـز پایـهٔ اینسلبرگ‌ها پوشانده شده و با باقی ماندن نوک آن‌ها سبب نزدیک شدن آن‌ها به اینسلبرگ‌های واقعی می‌شود. فرایند کریوکلاستیسم ارتباط زیادی با روزهای یخبندان منطقه دارد. این پدیـده یکی از مهم‌ترین پارامترهای آب و هوایی است که در سیستم فرسایش خاص و تغییـر چهـرهٔ ناهمواری‌های یک منطقه نقش اساسی ایفا می‌کند. با توجه به جدول ۱، در هـر سـال بـیش از سه ماه یخبندان بر دشت شمالی صفی‌آباد حاکم است. این مدت یخبندان در سال، زمینـه‌سـاز تخریـب سـازندهای مختلـف می‌شـود و بسـته بـه شـرایط موجـود تغییـرات متفـاوتی را در اینسلبرگ‌های این دشت به وجود می‌آورد. تأثیرات این فرایند در اینسلبرگ‌های منطقه عمـق چندانی ندارد، اما در مقایسه با سایر فراینـدهای هـوازدگی تـأثیرات عمیـق‌تـری را بـر سـطح اینسلبرگ‌ها به وجود می‌آورد. هرچند تغییرات ایجادشده توسط این فرایند به صاف‌شـدگی و صیقل‌یافتگی سطح اینسلبرگ‌های منطقه منجر شده است، اما تأثیر این فرایند در سطح برخـی از اینسلبرگ‌های آهکی منطقه باعث ایجاد شیارهای کم‌عمقی شده که سطح صاف آن‌ها را به سطحی زبر و خشن تبدیل کرده است.

بارش، یکی دیگر از عناصر آب و هوایی است که تأثیرات زیادی بر اینسلبرگ‌های دشـت صفی آباد داشته است. در شکل‌گیری و ایجاد تغییر در اشکال ژئومورفولوژیـک یـک منطقـه، بارش‌هایی اهمیت دارند که از شدت بیشتری برخوردار باشـند و بـا برخـورد بـه سـازندهای زمین‌شناسی سبب تخریب آن‌ها شوند؛ همچنین با ایجاد سیلاب بتوانند آبرفت‌هـای تولیدشـده را جابه‌جا کنند. این‌گونه بارش‌ها که به بارش‌های مؤثر معروف‌اند، از تفاضل تبخیـر بـالقوه از بارش کل یک منطقه حاصل می‌شوند (گودرزی نـژاد، ۱۳۷۷، ص. ۲۳۹). براسـاس داده‌هـای

هواشناسی منطقه، مجموع بارش مؤثر سالانهٔ منطقه، ۱۱۳/۹۸ میلی‌متر است (جدول ۳). این نوع بارش‌ها به‌صورت مستقیم از طریق فرسایش سطح اینسلبرگ‌های منطقه در آن‌ها تغییر ایجاد می‌کنند که بسته به سازندهای شکل‌دهنده اینسلبرگ‌ها، این تغییرات متفاوت خواهد بود و به‌طور غیرمستقیم با ایجاد سیلاب و آبرفت برای رودخانهٔ کال گراتی در تغییر شکل اینسلبرگ‌های منطقه مؤثر واقع می‌شوند (شکل ٤). سیلاب‌های منطقه بسته به شیب زمین و سازندهای زمین‌شناسی منطقه سبب تغییرات متفاوتی در اینسلبرگ‌های آن شده‌اند. در اینسلبرگ‌های شمال شرقی و غرب منطقه، شیب زیاد، سبب فرسایش آن‌ها شده و با ایجاد تغییرات در پایهٔ آن‌ها سبب تغییر شکل آن‌ها می‌شود و شکل واقعی آن‌ها را از شکل اینسلبرگ‌های تیپیک دور می‌کند؛ مانند اینسلبرگ‌های شکل‌گرفته در جنوب روستای قهرمان-آباد در غرب منطقهٔ مطالعه‌شده؛ درحالی‌که در برخی از قسمت‌های منطقه به‌دلیل کاهش شیب، آبرفت‌های خود را انباشته کرده و با پوشاندن پایهٔ اینسلبرگ‌ها، شکل آن‌ها را به اینسلبرگ واقعی نزدیک‌تر کرده و نوع آن‌ها را از اینسلبرگ‌های فرسایشی به اینسلبرگ‌های تراکمی-فرسایشی تبدیل کرده است. نمونهٔ این نوع تغییر شکل در اینسلبرگ‌های شمال دشت صفی‌آباد در حد فاصل روستای حصاری گازرانی و نصرآباد مشاهده‌شدنی است.

جدول ۳. متوسط بارش مؤثر منطقهٔ موردمطالعه (سازمان هواشناسی، ۱۳۵۲-۱٤۰۰)

مآخذ: یافته‌های پژوهش، ۱۳۹۹؛ سازمان هواشناسی، ۱۳۵۲-۱٤۰۰

ماه	میانگین بارش	تبخیر بالقوه	بارش مؤثر		ماه	میانگین بارش	تبخیر بالقوه	بارش مؤثر
فروردین	٤٤/۹	٤۳/۹٦	۰/۹٤		مهر	۱۲/٤۵	٤٤/۵۷	-۳۲/۱۲
اردیبهشت	۲۷/٦۵	٦۵/۵۳	-۳۷/۸۷		آبان	۲۰/۳	۲۳	-۲/۷
خرداد	۸/٤	۹۲/۱۸	-۸۳/۸۷		آذر	۲۸/۰۵	۵/۵٦	۲٤/٤۹
تیر	۵/٦	۱۰٤/۸۱	-۹۹/۲۱		دی	۲۹/۳۵	۰/۳۳	۲۹/۰۳
مرداد	۳/۸	۹٦/۳۳	-۹۲/۵۳		بهمن	۳۵/۵	۲/۳۳	۳۳/۱۷
شهریور	٦/۰۵	۷۲/۸۲	-٦٦/۷۷		اسفند	٤۳/۸۵	۱۷/۸۵	۲٦/۳۵

تأثیر دیگر بارش در تغییرات ایجادشده در اینسلبرگ‌های دشت صفی‌آباد، از طریق تأثیر بر پوشش گیاهی بررسی‌شدنی است. با توجه به اینکه متوسط بارش منطقه ۲٦٥/۹ میلی‌متر است و براساس نیاز آبی گیاهان، این مقدار بارش نیاز آبی گیاهان آن را تأمین نمی‌کند، سطح اینسلبرگ‌ها لخت و عریان باقی خواهد ماند.



شکل ٤. آبرفت‌های حمل‌شده توسط سیلاب‌های رودخانهٔ کال ولایت در جنوب روستای حصاری گازرانی

مأخذ: یافته‌های پژوهش، ۱٤۰۰

عریان بودن سطح اینسلبرگ‌ها، در قسمت میانی منطقه سبب افزایش توان فرسایشی بارش های مؤثر شده است و این بارش‌ها با فرسایش سازندهای نرم و باقی گذاشتن سازندهای سخت اینسلبرگ‌های فرسایشی قسمت میانی دشت صفی‌آباد را در سازندهای کنگلومرایی به وجود آورده است. فرسایش‌پذیری این سازند در مقایسه با سازندهای شمالی منطقه، سبب تغییرات ارتفاعی در اینسلبرگ‌های این قسمت شده است؛ به‌گونه‌ای‌که اینسلبرگ‌های این قسمت ارتفاع کمتری در مقایسه با قسمت‌های دیگر منطقه دارند. همچنین بارش باران در سطح اینسلبرگ‌های صخره‌ای این قسمت سبب شکل‌گیری کارن‌های بارانی شده است.

باد، عنصر آب و هوایی دیگری است که از طریق فرسایش، سبب تغییراتی در اینسلبرگ-های منطقه شده است. بادهای منطقه به‌دلیل محدودیت در حمل و رسوب‌گذاری مواد، در مقایسه با دما و بارش توان تأثیرگذاری کمتری بر اینسلبرگ‌ها دارند. در خوش‌بینانه‌ترین حالت، چنانچه وزش باد همراه با ریزگرد باشد، این ریزگردها با برخورد بر سطح اینسلبرگ-

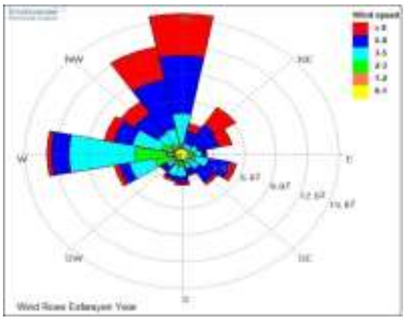
های صخره‌ای سبب شکل‌گیری تافونی در سطح آن‌ها خواهند شد (میگون و جودی[1]، ۲۰۱٤). اینسلبرگ‌ها مقاوم‌ترین اشکال ژئومورفولوژیک در مقابل فرسایش بادی محسوب می‌شوند (نظری سامانی و همکاران، ۱۳۹۸) و درمقابل این نوع فرسایش کمترین تغییرات را از خود نشان می‌دهند، اما به دلیل اینکه قدرت تخریبی بادها در قسمت‌های جنوبی منطقه بیشتر است. همچنین ازآنجاکه فرسایش بادی به‌طور عمده به قسمت‌های کم‌ارتفاع اینسلبرگ‌ها منحصر می‌شود، قسمت‌های پایین‌دست آن‌ها به‌وسیلهٔ باد فرسایش می‌یابد و قسمت‌های مرتفع آن باقی می‌ماند و با ایجاد این تغییرات، اینسلبرگ‌های قارچی‌شکل را در این قسمت به وجود می‌آورد. همچنین وزش باد، همراه با ریزگردها با تخریب سطح اینسلبرگ‌های صخره‌ای و به وجود آوردن تافونی و کارست‌های لانه‌زنبوری، تغییرات درخور توجهی را در اینسلبرگ‌های قسمت جنوبی منطقه به وجود آورده است (شکل ٥). در این قسمت شدت وزش باد زیاد نیست، اما به‌دلیل نبود موانع فیزیکی، بادها بدون برخورد با موانع طبیعی از دشت جوین و گراتی از سمت جنوب به منطقه می‌وزند و به‌دلیل وجود شرایط مناسب ذرات معلق بیشتری همراه دارند؛ درنتیجه تغییرات بیشتری را در اینسلبرگ‌های این منطقه ایجاد می‌کنند. بررسی گلباد دشت صفی‌آباد (شکل ٦) نشان داد، بادهای غالب منطقه بادهای شمالی و غربی هستند؛ بنابراین باید سهم باد در تغییرات ایجادشده در سطح اینسلبرگ‌های این دو قسمت بیشتر باشد، اما به‌دلیل وجود ارتفاعات در مسیر وزش باد و برتری فعالیت‌های هیدرولوژیک، به‌رغم غالب بودن بادهای شمالی، نقش این بادها در ایجاد تغییرات در اینسلبرگ‌های این قسمت ناچیز جلوه می‌کند.

1. Migoń & Goudie



شکل ۵. تافونی سمت چپ و کارن‌های بارانی سمت راست شکل‌گرفته در اینسلبرگ‌های دشت صفی‌آباد

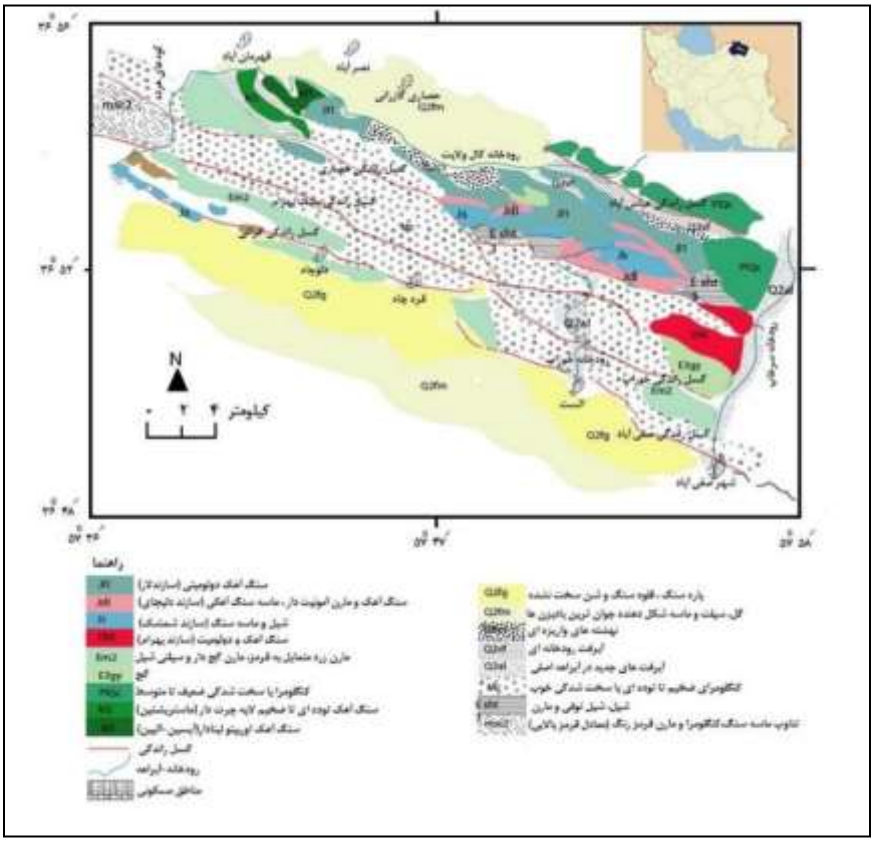
مأخذ: یافته‌های پژوهش، ۱۳۹۹



شکل ٦. گلباد، منطقهٔ موردمطالعه (براساس داده‌های سازمان هواشناسی ۱۳۵٦–۱۳۹٦)

مأخذ: یافته‌های پژوهش، ۱۳۹۹

آب و هوا با تأثیرگذاری بر لیتولوژی دشت صفی‌آباد، سبب تغییر در اینسلبرگ‌های آن شده است. هرچند شرایط آب و هوای منطقه تقریباً یکسان است، اما مقاومت متفاوت سازندهای زمین‌شناسی آن، درمقابل شرایط آب و هوایی، چهرهٔ متفاوتی از اینسلبرگ‌های این دشت را به نمایش گذاشته است. سازندهای زمین‌شناسی و لیتولوژی منطقه درمقابل عوامل هوازدگی مقاومت یکسان ندارند (جدول ٤ و شکل ۷)؛ بنابراین اینسلبرگ‌های شکل‌گرفته در آن در رویارویی با شرایط آب و هوایی، چهرهٔ متفاوتی را از خود به نمایش گذاشته‌اند.



شکل ۷. نقشهٔ لیتولوژی منطقهٔ موردمطالعه

مأخذ: یافته‌های پژوهش، ۱۳۹۹

براساس نقشهٔ زمین‌شناسی و مطالعات میدانی، مقاوم‌ترین سازندهای زمین‌شناسی منطقه درمقابل فرسایش، سنگ‌های آهکی توده‌ای چرت‌دار (kl2) هستند که در شمال منطقه گسترش یافته‌اند. هرچند وسعت این سازند در منطقه زیاد نیست، اما به‌دلیل مقاومت آن در برابر فرایندهای فرسایشی و موقعیت مناسب آن (قرارگیری در دامنه‌های نسار)، درمقابل تأثیرات آب و هوایی، تغییرات کمتری در اینسلبرگ های آن ایجاد شده است؛ به همین دلیل، تیپیک‌ترین اینسلبرگ‌های منطقه در این سازند مشاهده می‌شوند (شکل ۸).



شکل ۸. اینسلبرگ‌های شکل‌گرفته در سازندهای آهکی لار ژوراسیک فوقانی

مأخذ: یافته‌های پژوهش، ۱۳۹۹

بعد از سازند نام‌برده، سازند لار (Jl1) بیشترین مقاومت را در برابر فرایندهای هوازدگی دارد. این سازند که از سنگ آهک دولومیتی با لایه‌بندی ضخیم تا توده‌ای شکل گرفته است، در شمال و شمال غربی منطقه گسترش بیشتری دارد و به‌دلیل مقاومت مناسب تغییرات کمتری در اینسلبرگ‌های شکل‌گرفته در آن روی داده است؛ به همین دلیل، از نظر تعداد، بیشترین تعداد اینسلبرگ‌های منطقه در این سازند مشاهده می‌شود. تأثیر آب و هوا در تغییرات سطح اینسلبرگ‌های این منطقه به ایجاد کارن‌های بارانی در سطح صخره‌های آهکی این اینسلبرگ‌ها محدود می‌شود.

جدول ٤. سازندهای تشکیل‌دهندهٔ منطقهٔ موردمطالعه به‌ترتیب مقاومت آن‌ها در برابر هوازدگی

مآخذ: نقشهٔ زمین شناسی ۱:۱۰۰۰۰۰ ورقه صفی آباد؛ یافته‌های پژوهش، ۱۳۹۹

ردیف	نام سازند/واحد سنگی	مساحت (کیلومترمربع)	نسبت وسعت سازند به کل حوضه	علامت اختصاری	سن تقریبی
۱	آهک توده‌ای ضخیم	٤/٥	۱/۲۰	kl2	کرتاسه
۲	سازندلار	٥۱	۱۳/٦۲	Jl1	ژوراسیک
۳	واحد Kl1	۲/٥	۰/٦٦	Kl1	کرتاسه
٤	معادل قرمز بالایی	۱۷۸	٤۷/٥٦	Mc	
٥	سازند شمشک	۲٥	٦/٦۸	Js	ژوراسیک

ردیف	نام سازند/واحد سنگی	مساحت (کیلومترمربع)	نسبت وسعت سازند به کل حوضه	علامت اختصاری	سن تقریبی
٦	سازند شمشک	۱/۷۵	۰/٤۷	jssd	ژوراسیک
۷	شیل، شیل توفی و مارن	۱۰/۵	۲/۸۰	Esht3	پالئوژن
۸	آبرفت‌های	۲۰	۵/۳٤	plQc	پلیوسن
۹	دلیچای	۵	۱/۳۳	Jld	ژوراسیک
۱۰	آبرفت رودخانه‌ای	۵/۵	۱/٤۷	Q2vf	هولوسن
۱۱	نهشته واریزه‌ای	٤	۱/۰٦	Q2cs	هولوسن
۱۲	بادبزن‌های آبرفتی جوان	۲۱	۵/٦۱	Qtm2	هولوسن
۱۳	شن سخت‌نشده	۱۵	٤	Qfg2	پلیوسن
۱٤	مارن قرمز معادل قرمز بالایی	۱۰	۲/۷۰	Mm	میوسن
۱۵	مارن زرد متمایل به قرمز	٦	۱/٦۰	Em2	پلیوسن
۱٦	سایر سازندها	۱٤/۵	۳/۸۷		
۱۷	جمع	۳۷٤/۲۵	۱۰۰		

سومین سازند از نظر مقاومت در مقابل فرایندهای هوازدگی، سازند (Kl1) شامل سنگ آهک اوربیتولینادار (آپسین–آلبین) و آهک‌های ضخیم توده‌ای دولومیت است که در جنوب روستاهای حصاری گازرانی و قهرمان‌آباد پراکنده شده است. این واحد به‌رغم وسعت کم، اما به‌دلیل مقاومت نسبتاً زیاد در مقابل عوامل هوازدگی، تغییرات کمتری در اینسلبرگ‌های آن مشاهده می‌شود. تغییرات مشاهده‌شده در برخی از اینسلبرگ‌های شکل‌گرفته در این سازند، ناشی از فرایندهای هیدرولوژیک است؛ به همین دلیل می‌توان گفت که آب و هوا به‌صورت غیرمستقیم و از طریق فرایندهای هیدرولوژیک نیز سبب تغییراتی در اینسلبرگ‌های این سازند شده است (شکل ۹). از نظر وسعت، بیشتر لیتولوژی منطقه از سازند کنگلومرای توده‌ای با سخت‌شدگی خوب (Mc) تشکیل شده است. این سازند نزدیک به ٤۷ درصد مساحت منطقه را در بر می‌گیرد؛ به همین دلیل، بخش درخور توجهی از اینسلبرگ‌های قسمت میانی و جنوبی منطقه در این سازند شکل گرفته‌اند. اینسلبرگ‌های شکل‌گرفته در این سازند، به‌دلیل تأثیرپذیری بیشتر از عناصر آب و هوایی تغییرات بیشتری را متحمل شده‌اند؛ به‌گونه‌ای‌که در مقایسه با اینسلبرگ‌های دیگر ارتفاع کمتر، سطح آن‌ها ناهموارتر بوده و میزان پوشش گیاهی

موجود در آن‌ها بیشتر است. پس از این سازند، سازند شمشک (js) مقاومت بیشتری در مقابل هوازدگی دارد. این سازند شامل شیل خاکستری و ماسه‌سنگ است و اینسلبرگ‌های شمال شرقی منطقه در آن شکل گرفته‌اند. تغییرات ایجادشده توسط آب و هوا از طریق فرایندهای هیدرولوژیک بر اینسلبرگ‌های این قسمت اعمال شده است (شکل ۱۰)؛ به همین دلیل، اغلب آن‌ها شکلی نامنظم به خود گرفته‌اند. سازند دیگر منطقه، سازند شمشک (jsd) است که به ژوراسیک مربوط است و شامل ماسه سنگ روشن تا خاکستری می‌شود. بخشی از اینسلبرگ‌های شمال شرقی منطقه در این سازندها شکل گرفته‌اند و تحت‌تأثیر عناصر آب و هوایی تغییرات زیادی داشته‌اند که این تغییرات کاهش ارتفاع اینسلبرگ‌های این قسمت را به همراه داشته است.



شکل ۹. اینسلبرگ‌های شکل‌گرفته در آهک‌های کرتاسه در شمال غربی منطقه (راست) و در سازند دلیچای(چپ)

مأخذ: یافته‌های پژوهش، ۱۳۹۹



شکل ۱۰. نمونه‌ای از اینسلبرگ‌های شکل‌گرفته در ماسه‌سنگ‌های سازند شمشک

مأخذ: یافته‌های پژوهش، ۱۳۹۹

٦. نتیجه‌گیری و پیشنهادها

دشت صفی‌آباد یکی از دشت‌های شمال شرقی ایران است که از نظر واحدهای ژئومورفولوژیک، جزء ایران مرکزی محسوب می‌شود. از نظر آب و هوایی و براساس طبقه- بندی دمارتن، آب و هوای آن نیمه‌خشک است. از نظر ژئومورفولوژی، بخش درخور توجهی از ژئومورفولوژی این دشت با اینسلبرگ‌های آن مرتبط است. در این مطالعه با شناسایی و مطالعهٔ بیست اینسلبرگ در این دشت، به این نتیجه رسیدیم که فعالیت‌های تکتونیکی منطقه در فاصلهٔ زمانی دونین تا میوسن سبب شکل‌گیری ارتفاعات پشت بهرام شده‌اند. با شکل‌گیری این ارتفاعات، اسکلت اولیهٔ اینسلبرگ‌های منطقه نیز شکل گرفت و با آرام شدن فعالیت‌های تکتونیکی، آب و هوا با ایجاد تغییراتی در اسکلت اولیهٔ اینسلبرگ‌ها، اینسلبرگ‌های امروزی را به وجود آورده است. تغییرات ایجادشده در اینسلبرگ‌های منطقه در درجهٔ اول حاصل تأثیرات کلی آب و هوای این دشت روی اینسلبرگ‌های آن است. مطالعات نشان می‌دهند، آب و هوای نیمه‌خشک بهترین شرایط را برای شکل‌گیری اینسلبرگ‌ها فراهم می‌کند؛ به همین دلیل، آب و هوای نیمه‌خشک این دشت، پس از فعالیت‌های زمین ساختی مهم‌ترین عامل ایجاد تغییرات در اینسلبرگ‌های آن محسوب می‌شود؛ بنابراین می‌توان گفت که اینسلبرگ‌های کنونی این دشت نتیجهٔ تغییراتی است که توسط آب وهوای نیمه‌خشک آن در اسکلت اولیهٔ اینسلبرگ‌ها ایجاد شده است. در این تغییرات، هریک از عناصر آب و هوایی سهمی متفاوت دارند. دما به‌عنوان مهم‌ترین عنصر آب و هوایی از طریق ایجاد انواع هوازدگی در سطح اینسلبرگ‌ها، سبب تغییرات سطحی در آن‌ها شده و با صیقل دادن آن‌ها چهره‌ای صاف برای آن‌ها به وجود آورده است.

بارش، به‌عنوان یکی دیگر از عناصر آب و هوایی به‌صورت مستقیم تغییرات متفاوتی را در اینسلبرگ‌های منطقه ایجاد کرده است. از یک سو از طریق فرسایش در سطح برخی از آن‌ها، سطح آن‌ها را صاف و صیقلی کرده است و از سوی دیگر با ایجاد فرایند انحلال در اینسلبرگ‌های آهکی و ایجاد کارن‌های بارانی سطح برخی از آن‌ها را زبر و خشن کرده است. بارش به‌طور غیرمستقیم نیز با ایجاد سیلاب و آبرفت برای رودخانهٔ کال گراتی در تغییر شکل اینسلبرگ‌های منطقه مؤثر است.

نقش سیلاب‌ها در تغییرات ایجادشده بسته به شیب محل شکل‌گیری اینسلبرگ‌ها متفاوت است. در ضلع شمالی منطقه به‌دلیل کاهش شیب، سیلاب‌ها آبرفت‌های خود را رسوب‌گذاری کرده‌اند و با انباشت این آبرفت‌ها در اطراف اینسلبرگ‌ها و دفن کردن پایهٔ آن‌ها از پهنای آن‌ها کاسته شده است و آن‌ها را از اینسلبرگ‌های فرسایشی به اینسلبرگ‌های تراکمی–فرسایشی تبدیل کرده است. درمقابل، به‌دلیل افزایش شیب در قسمت شمال شرقی و غرب دشت صفی-آباد، با تخریب و فرسایش پایهٔ اینسلبرگ‌ها سبب تخریب آن‌ها شده و شکلی نامنظم به آن‌ها داده است.

باد، عنصر دیگر آب و هوایی است که در مقایسه با دما و بارش تأثیر کمتری در تغییرات ایجادشده در اینسلبرگ‌های این دشت دارد و این تغییرات به تعدادی از اینسلبرگ‌های جنوبی، غربی و شمالی این دشت محدود می‌شود. آثار این تغییرات به‌صورت تشکیل تافونی و کارن‌های لانه زنبوری در سطح اینسلبرگ‌های آهکی ظاهر می‌شود. بیشترین تغییرات ایجادشده توسط باد در اینسلبرگ‌های قارچی‌شکل در جنوب و قسمت میانی منطقه خودنمایی می‌کند.

تغییرات ایجادشده در اینسلبرگ‌های دشت صفی‌آباد با توجه به موقعیت آن‌ها متفاوت است و از شمال به جنوب منطقه افزایش می‌یابد؛ به همین دلیل، اینسلبرگ‌های شکل‌گرفته در قسمت شمالی منطقه به‌دلیل واقع شدن در دامنه‌های نسار (پشت به آفتاب) آسیب کمتری از این تغییرات دیده‌اند و به تیپیک‌ترین اینسلبرگ‌های منطقه تبدیل شده‌اند. در قسمت میانی منطقه، به‌دلیل تغییرات متوسط و نوع سازندهای آن، اغلب اینسلبرگ‌های کم‌ارتفاع مشاهده می‌شوند؛ درحالی‌که اینسلبرگ‌های شکل‌گرفته در جنوب منطقه به‌دلیل واقع شدن در دامنه-های برآفتاب (دامنه‌های آفتاب‌گیر) درمعرض بیشترین تغییرات قرار گرفته‌اند و شکل ظاهری آن‌ها از اینسلبرگ‌های تیپیک فاصله گرفته است. همچنین اینسلبرگ‌های واقع‌شده در مجاورت رودخانهٔ کال گراتی به‌صورت غیرمستقیم و از طریق فرایندهای هیدرولوژیک، بیشترین تغییرات را در اثر عوامل آب و هوایی متحمل شده‌اند که این تغییرات سبب نامنظم شدن شکل آن‌ها شده است. عناصر آب وهوایی با تأثیرگذاری بر لیتولوژی منطقه سبب تغییرات در اینسلبرگ‌های آن شده‌اند و این تأثیرات ارتباط زیادی با مقاومت سازندهای زمین‌شناسی

منطقه دارد. مقاوم‌ترین سنگ‌های منطقه، آهک‌های توده‌ای چرت‌دار (ماستریشتین) هستند که در شمال منطقه گسترش یافته‌اند. این سازند به‌دلیل مقاومت مناسب تغییرات کمتری در مقابل عناصر آب و هوایی از خود نشان داده است؛ بنابراین تیپیک‌ترین اینسلبرگ‌های منطقه در این سازند شکل گرفته‌اند. بعد از سازند نام‌برده، سازندلار شامل سنگ آهک دولومیتی، مقاومت زیادی در برابر فرایندهای هوازدگی دارد؛ به همین دلیل، اینسلبرگ‌های شکل‌گرفته در آن، تغییرات کمتری را متحمل شده‌اند و ارتفاع بیشتری دارند. از نظر وسعت، بیشتر سازندهای منطقه از کنگلومرای با سخت‌شدگی خوب تشکیل شده‌اند. بیشتر اینسلبرگ‌های منطقه در این سازند شکل گرفته‌اند، اما به‌دلیل مقاومت کم، تغییرات زیادی در اینسلبرگ‌های آن مشاهده می‌شود؛ به همین دلیل، اینسلبرگ‌های شکل‌گرفته در این سازند کم‌ارتفاع، نامنظم و سطحی ناهموار دارند. همچنین در این مطالعه مشخص شد که تغییرات ایجادشده توسط آب و هوا در اینسلبرگ‌های دشت صفی‌آباد سطحی و کند است و در درازمدت اتفاق افتاده است؛ بنابراین می‌توان انتظار داشت که در صورت غالب بودن آب و هوای کنونی، اینسلبرگ‌های این دشت همچنان نقش درخور توجهی در مورفولوژی آن داشته باشند.

با توجه به نتایج این پژوهش، پیشنهاد می‌شود برای شناسایی و استفادهٔ بهینه از پتانسیل-های اینسلبرگ‌ها ابعاد وجودی آن‌ها از جهات مختلف و در سایر مناطق ایران بررسی شود.

کتابنامه

۱. ابراهیمی مقدم، ه. (۱۳۸۲). *مکان‌یابی مناسب جهت تغذیه آبخوان‌ها در حوضهٔ رودخانه کال ولایت با استفاده از Rs و gis* (پایان‌نامهٔ منتشرنشدهٔ کارشناسی‌ارشد رشتهٔ ژئومورفولوژی). دانشگاه تربیت‌معلم، تهران، ایران.

۲. چورلی، ر.، و سودن، د. (۱۳۷۵). *ژئومورفولوژی* (جلد اول) (ا. معتمد احمد، مترجم). تهران: انتشارات سمت.

۳. حبیبی، ع. (۱۳۹۶). مقایسهٔ بین پتانسیل فرسایش آبی و بادی واحدهای ژئومورفیک حوضه آبریز کارون با استفاده از مدل اریفر وپسیاک. *فصلنامهٔ علمی-پژوهشی فضای جغرافیایی، ۵۷*، ۱۹-۳۰.

٤. حریریان، م. (۱۳۷۰). *کلیات ژئومورفولوژی ایران*. تهران: انتشارات دانشگاه آزاد اسلامی.

۵. خسروتهرانی، خ. (۱۳۷٦). *زمین‌شناسی ایران* (چاپ دوم). تهران: انتشارات دانشگاه پیام نور.

٦. خطیبی، م. (١٣٩٤). ارزیابی و پیش‌بینی خطر فرسایش خاک در حوضهٔ سراسکندچای با استفاده از مدل USLE و **GIS**. *نشریهٔ علمی جغرافیا و برنامه‌ریزی*، *۱۹*(٥٤)، ٦١–٨١.

٧. رادفر، ج. (١٣٧٨). *نقشهٔ ۱:۱۰۰۰۰۰ زمین‌شناسی صفی آباد*. تهران: سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی ایران.

٨. رجایی، ع. (١٣٧٣). *ژئومورفولوژی کاربردی در برنامه‌ریزی و عمران ناحیه‌ای* (چاپ اول). تهران: نشر قومس.

٩. زارع، س.، سلطانی گردفرامرزی، س.، و تازه، م. (١٣٩٨). مقایسهٔ روش‌های زمین آمار در پهنه-بندی شاخص فرسایندگی باران (مطالعهٔ موردی: استان فارس). *نشریهٔ جغرافیا و برنامه‌ریزی*، *٦٨*، ١٥٧–١٧٧.

١٠. زمردیان، م. (١٣٩٤). *مبانی ژئومورفولوژی ۲ کلیماتیک ژئومورفولوژی*. مشهد: انتشارات جهاد دانشگاهی.

١١. سازمان آب و هواشناسی ایران. (١٣٩٨–١٣٥٦). ایستگاه سینوپتیک اسفراین.

١٢. علیجانی، ب. (١٣٩٢). *آب و هوای ایران* (چاپ دوازدهم). تهران: انتشارات دانشگاه پیام نور

١٣. کرم، ا.، رعیتی شوازی، م.، غفاریان مالمیری، ح.، و سپهر، ع. (١٣٩٧). تحلیل تغییرات مکانی-زمانی لندفرم‌ها و کاربری اراضی در بیابان‌زایی دشت یزد-اردکان با استفاده از الگوریتم حداکثر احتمال. *جغرافیا و مخاطرات محیطی*، ٢٥، ١٧–٣٦.

١٤. گودرزی نژاد، ش.(١٣٧٧). *ژئومورفولوژی و مدیریت محیط* (چاپ اول). تهران: انتشارات سمت.

١٥. ماکس د. (١٣٧٠). *ژئومورفولوژی اقلیمی و دینامیک خارجی* (م. خیام، مترجم) (چاپ اول). تبریز: انتشارات نیا (نیما سابق).

١٦. محمودی، ف. (١٣٨٣). *روش‌تحقیق درجغرافیای طبیعی (ژئومورفولوژی)*. تهران: نشر قومس.

١٧. مقامی مقیم، غ. (١٣٩٣). تأثیر اقلیم عصر حاضر در مخروط افکنه‌های دامنهٔ جنوبی آلاداغ. *فصلنامهٔ آمایش جغرافیایی فضا*، *٤*(١٣)، ١٣٠–١٤٦.

١٨. مقامی مقیم، غ. (١٣٩٦). *استان‌شناسی خراسان شمالی* (چاپ پنجم). تهران: شرکت چاپ و نشر کتاب‌های درسی.

١٩. مقامی مقیم، غ.، و تقی‌پور، ع. (١٣٩٨). بررسی عوامل مؤثر در تغییرات سطح آب‌های زیرزمینی دشت صفی آباد شهرستان اسفراین. *مهندسی اکوسیستم بیابان*، *٨*(٢٢)، ٢٧–٤٢.

۲۰. نظری سامانی، ع.، راهداری، م. ر.، و راهی، غ. ر. (۱۳۹۸). ارزیابی تغییرات مکانی فرسایش‌پذیری بادی اراضی در حاشیهٔ دریاچه ارومیه. *نشریهٔ مدیریت بیابان*، *۱۵*، ۷۲-۵۳.
۲۱. نگارش، ح. (۱۳۸۳). ویژگ های ژئومورفولوژیکی سواحل بالا آمدهٔ جنوب شرق ایـران. *فصـلنامهٔ جغرافیایی سرزمین*، *۱*(۱)، ۱۰۱-۹۰.
۲۲. نگارش، ح.، فتوحی، ص.، و خمر، ا. (۱۳۹۷). منشـأیابی رسـوبات کلوتـک‌هـای دلتـای قـدیمی رودخانهٔ هیرمند. *نشریهٔ مطالعات جغرافیایی مناطق خشک*، *۹*(۳۳)، ۸۳-۱۰۱.
۲۳. هاشمی، م.، و رامشت، م. (۱۳۹۳). پتانسیل‌یابی کویرهای استان یزد در صنعت اکوتوریسم با توجه به مدل‌های تحلیل فرمی. *نشریهٔ کاوش‌های جغرافیایی مناطق بیابانی*، *۳*، ۱۸۷-۲۰٤.

24. Conradie, W., Verburgt, L., Portik, D., Ohler, A., Bwong, B., & Lawson, L (2018). A new reed frog (Hyperoliidae: Hyperolius) from coastal northeastern Mozambique. *Zootaxa*, *4379*(2), 177-198.
25. Goudie, A. (2013). *Arid and semi-arid geomorphology*. Cambridge, New York: Cambridge University Press.
26. Gutiérrez, M. (2005). Climatic geomorphology. Amsterdam: Elsevier.
27. Kesel, R. (1977). Some aspects of the geomorphology of inselbergs in central Arizona, U.S.A. *Zeitschrift fur¨ Geomorphologie*, *21*, 119–46.
28. Migoń, P., & Goudie, A. (2014). Sandstone geomorphology of South-West Jordan, Middle East. *Questions Geographical*, *33*(3), 123-130.
29. Miller, K. J. (1984). *The international Karakoram project*. Cambridge: Cambridge University Press.
30. Ritter, D. F., Kochel, R.C., & Miller, J. R. (1995). *Process geomorphology* (3rd Edition). Dubuque, IA: Wm. C. Brown Publishers,
31. Summerfield, M. A. (1991). *Global geomorphology*. Essex: Longman.